



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 101 16 099 A 1

⑯ Int. Cl. 7:
C 03 B 7/14
C 03 B 7/01

DE 101 16 099 A 1

⑯ Aktenzeichen: 101 16 099.2
⑯ Anmeldetag: 30. 3. 2001
⑯ Offenlegungstag: 2. 10. 2002

⑯ Anmelder:
Endress + Hauser Conducta Gesellschaft für Mess- und Regeltechnik mbH + Co., 70839 Gerlingen, DE

⑯ Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188 Stuttgart

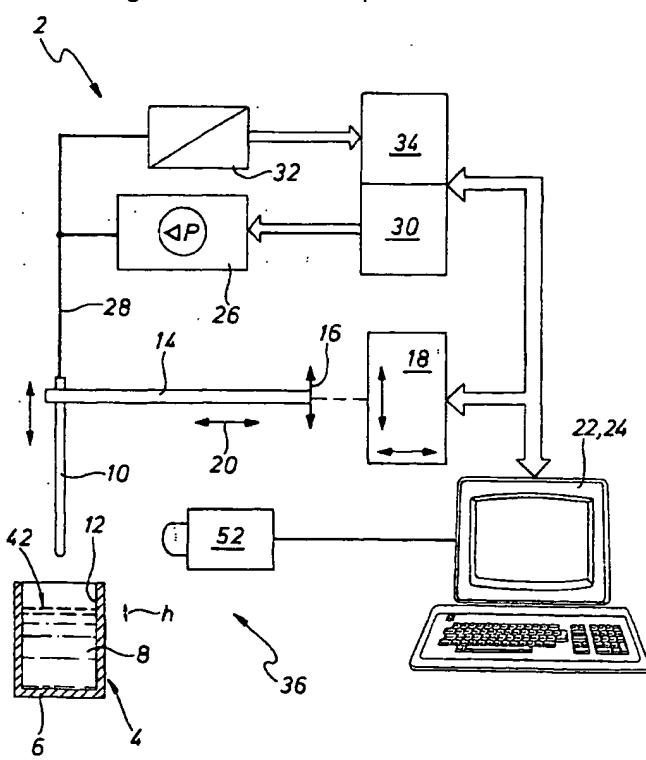
⑯ Erfinder:
Auras, Stefan, 09648 Mittweida, DE; Scholz, Katrin, Dr., 09627 Bobritzsch, DE; Babel, Wolfgang, Dr., 71263 Weil der Stadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Automatisiertes Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen eines geblasenen Glaskörpers

⑯ Gegenstand der Erfindung ist ein automatisiertes Verfahren zum Herstellen eines geblasenen Glaskörpers, insbesondere einer Glaswandung eines elektrochemischen Sensors, wobei ein luft- oder gasdurchströmbarer Tauchrohr (10) in eine Glasschmelze (8) eingetaucht und anschließend wieder herausgezogen wird, um eine Menge geschmolzenen Glases aus der Glasschmelze (8) zu entnehmen und wobei das entnommene Glas mittels durch das Tauchrohr (10) strömender Luft oder Gas in die Form des herzustellenden Glaskörpers geblasen wird, mit folgenden Merkmalen:

- das Tauchrohr (10) wird in Richtung auf die Oberfläche (42) der Glasschmelze (8) abgesenkt,
- das Erreichen der Oberfläche (42) der Glasschmelze wird ermittelt, indem beim Berühren der Oberfläche (42) der Glasschmelze durch das Tauchrohr (10) eine Zunahme des Gasdrucks im Inneren des Tauchrohrs (10) detektiert wird,
- das Tauchrohr (10) wird dann so angesteuert, dass es mit seinem freien Ende über eine bestimmte vorgebbare Eintauchtiefe (h) in die Glasschmelze (8) eingetaucht und wieder herausgezogen wird und dabei eine vorbestimmte Menge geschmolzenen Glases aufgenommen wird. Hierdurch kann der Glaskörper reproduzierbar und automatisiert hergestellt werden.



DE 101 16 099 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines geblasenen Glaskörpers, insbesondere einer Glaswandung oder Baugruppe eines elektrochemischen Sensors, beispielsweise eines pH-Sensors oder eines anderen Ionen-sensitiven Sensors, wobei ein luft- oder gasdurchströmbarer Tauchrohr in eine Glasschmelze eingetaucht und anschließend wieder herausgezogen wird, um eine Menge geschmolzenen Glases aus der Glasschmelze zu entnehmen und wobei das entnommene Glas mittels durch das Tauchrohr strömender Luft oder Gas in die Form des herzustellenden Glaskörpers geblasen wird (man spricht hier vom "Anblasen" eines Glaskörpers). Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Ausführung eines solchen Verfahrens.

[0002] Glaskörper, insbesondere in Kugel-, Kalotten- oder sonstiger Form, werden seither in manueller Weise unter Anwendung handwerklicher Techniken in Glasbläserwerkstätten hergestellt, indem ein rohrförmiger, nicht notwendigerweise aber zumeist zylindrischer Körper, welcher das vorerwähnte Tauchrohr bildet, in eine Glasschmelze eingetaucht wird, um beim anschließenden Herausziehen des Tauchrohrs eine in etwa bestimmte Menge flüssigen Glases aufzunehmen. Der Glasbläser leitet dann durch Blasen mit dem Mund Luft durch das Tauchrohr, wodurch aus der aufgenommenen Menge geschmolzenen zähflüssigen Glases der herzustellende Glaskörper geblasen werden kann. Dieser Vorgang setzt glasbläserisches Können und Erfahrung voraus. Schließlich sind auch noch andere aber ähnliche manuelle Verfahren bekannt.

[0003] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, dieses Verfahren zu automatisieren.

[0004] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein automatisiertes Verfahren mit den folgenden Merkmalen des Anspruchs 1:

- das Tauchrohr wird in Richtung auf die Oberfläche der Glasschmelze abgesenkt,
- das Erreichen Oberfläche der Glasschmelze wird ermittelt, indem beim Berühren der Oberfläche der Glasschmelze durch das Tauchrohr eine Zunahme des Gasdrucks im Inneren des Tauchrohrs detektiert wird,
- das Tauchrohr wird dann so angesteuert, dass es mit seinem freien Ende über eine bestimmte vorgebbare Eintauchtiefe in die Glasschmelze eingetaucht und wieder herausgezogen wird und dabei eine vorbestimmte Menge geschmolzenen Glases aufgenommen wird.

[0005] Da bei wiederholtem Eintauchen und Herausziehen des Tauchrohrs die Menge der verfügbaren Glasschmelze in dem Schmelzriegel abnimmt und das Flüssigkeitsniveau, also die Position der Oberfläche der Glasschmelze in dem Tiegel absinkt, ist es schwierig, in einem automatisierten Verfahren eine vorbestimmte Menge von Glasschmelze zu entnehmen. Die Erfindung schlägt daher vor, das Erreichen der Oberfläche der Glasschmelze mit dem Tauchrohr in der vorstehend erwähnten Weise zu ermitteln. Es kann dann die weitere Bewegung des Tauchrohrs gezielt ausgeführt werden, so dass das freie Ende des Tauchrohrs über eine bestimmte vorgebbare Eintauchtiefe in die Glasschmelze eintaucht, damit vorzugsweise nach einer vorbestimmten Verweildauer durch Herausziehen des Tauchrohrs mit einer vorzugsweise vorbestimmten Geschwindigkeit bei konstanter gehaltener Glasschmelztemperatur eine vorbestimmte Menge an Glasschmelze mittels des Tauchrohrs entnommen werden kann.

[0006] Durch die vorstehende Maßnahme kann eine bestimmte vorgebbare Eintauchtiefe und damit eine bestimmte Schmelzenentnahme bei einer auf einen konstanten Wert regulierten Schmelztemperatur automatisiert gewährleistet werden, und zwar ohne dass weitere aufwendige Vorrichtungskomponenten vorgesehen werden müssen.

[0007] Wenn dann der Schmelzentropfen, der am freien Ende des Tauchrohrs haftet, entsprechend einer optimalen Blasdruckkurve $p(t)$ beaufschlagt wird, so lässt sich hierdurch der herzustellende Glaskörper stets in der gewünschten Weise anblasen. Es ist möglich, durch Ansteuerung einer Pumpeneinrichtung den optimalen Druckverlauf entsprechend der Blasdruckkurve $p(t)$ innerhalb des Tauchrohrs einzusteuern oder vorzugsweise einzuregeln. Durch diese weitere Maßnahme der gezielten optimalen Druckbeaufschlagung kann der herzustellende Glaskörper mit hoher Reproduzierbarkeit automatisiert angeblasen werden.

[0008] Es erweist sich des Weiteren als vorteilhaft, wenn die Parameter der Eintauchtiefe, der Verweildauer und vorzugsweise auch der Geschwindigkeit des Herausziehens des Tauchrohrs, die alle insofern temperaturabhängig sind, als sie von der eingestellten Viskosität der Glasschmelze abhängen, in dem den Prozess steuernden Rechner vorgebbar gespeichert sind und die Stelleinrichtung für das Tauchrohr dementsprechend angesteuert wird. Die Einstellung der Viskosität der Glasschmelze wird durch Einstellung und Konstanthaltung der Schmelztemperatur durch eine Temperaturregulierung erreicht.

[0009] In weiterer Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die herzustellende Körpergeometrie (Soll-Zustand) des Glaskörpers über vorgegebene Referenzpunkte in dem Rechner gespeichert und die tatsächliche Körpergeometrie (Ist-Zustand) wird über eine Kamera aufgenommen und mittels einer Bildverarbeitungseinrichtung und eines Rechenprogramms mit den gespeicherten Soll-Daten verglichen.

[0010] Unter Anwendung dieses weiteren Erfindungsgedankens ist es möglich, nach Durchlaufen der Blasdruckkurve den angeblasenen Körper zu erfassen (Ist-Zustand) und mit den hinterlegten Soll-Daten zu vergleichen. Es kann dann beispielsweise ein Klassifikationsvorgang durchgeführt werden, wonach der Glaskörper entweder als Auschluss behandelt oder entsprechend seiner Annäherung an den Ist-Zustand in verschiedene Qualitätsklassen eingeordnet werden kann.

[0011] Es ist aber auch denkbar, dass die Erfassung der tatsächlichen Körpergeometrie (Ist-Zustand) während des Blasens des Glaskörpers intermittierend oder kontinuierlich durchgeführt wird. Auf diese Weise kann bei Erreichen eines vorbestimmten Zustandes der Blasvorgang abgebrochen werden, der Druck $p(t)$ wird hierfür in vorbestimmter Weise zurückgenommen und der Glaskörper wird erstartet. Es ist auch denkbar, dass entsprechend des Soll/Ist-Vergleichs Steuervorgänge vorgenommen werden, etwa dahingehend, dass bei Zurückbleiben, beispielsweise eines Durchmessers des Glaskörpers hinter den Soll-Werten bei einem gegebenen $p(t)$ der Blasdruck erhöht wird.

[0012] Inbesondere bei der Herstellung von Glaskörpern, die als Baugruppe, insbesondere als gehäusebildende Komponente oder Wandung oder als Aufnahmeschacht bei einem insbesondere elektrochemischen Sensor verwendet werden sollen, erweist es sich als vorteilhaft, wenn als Tauchrohr ein im weitesten Sinne rohrförmiges, also kanalbildendes Glasrohr verwendet wird. Dieses muss nicht notwendigerweise zylindrische Gestalt aufweisen. Das Tauchrohr kann dann zusammen mit dem angeblasenen Glaskörper direkt als Bauteil bei einem elektrochemischen Sensor verwendet werden.

[0013] Desweiteren ist Gegenstand der Erfindung eine automatisierte Vorrichtung zur Ausführung des vorstehend erläuterten Verfahrens mit den folgenden Merkmalen des Anspruchs 9:

- eine Glasschmelzeinrichtung mit einer Zugangsoffnung,
- ein luft- oder gasdurchströmbares Tauchrohr,
- eine Stelleinrichtung zum Absenken, Eintauchen und Herausziehen des Tauchrohrs in bzw. aus der Glasschmelze,
- eine Druckmesseinrichtung, die einen Anstieg des Drucks im Inneren des Tauchrohrs detektiert, wenn das Tauchrohr die Oberfläche der Schmelze berührt,
- eine Pumpseinrichtung zum Anblasen des Glaskörpers,
- eine rechnerunterstützte Steuereinrichtung zur Steuerung der Stelleinrichtung für das Tauchrohr in Abhängigkeit von Ausgabewerten der Druckmesseinrichtung und zur Steuerung der Pumpseinrichtung.

[0014] Desweiteren erweist es sich als vorteilhaft, wenn die automatisierte Vorrichtung eine Bildaufnahmeverrichtung, beispielsweise in Form einer Digitalkamera, zum Aufnehmen der tatsächlichen Körpergeometrie des Glaskörpers, und zwar am Ende oder während des Blasvorgangs, und eine Bildverarbeitungseinrichtung aufweist, die insbesondere aus einem Rechenprogramm gebildet sein kann, welches aus den Bilddaten für einen Soll/Ist-Vergleich geeignete verarbeitbare Daten macht bzw. diesen Vergleich ausführt. Zusätzlich erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Bildverarbeitungseinrichtung die genommenen Bilddaten über die tatsächliche Körpergeometrie auf einer Anzeigevorrichtung, insbesondere einem Monitor zur Anzeige bringt, vorzugsweise unterlegt durch die zu erzielenden Soll-Daten.

[0015] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung, für die auch jeweils für sich genommen Schutz beansprucht wird, ergeben sich aus den beigefügten Patentansprüchen und aus der zeichnerischen Darstellung und nachfolgenden Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung. In der Zeichnung zeigt:

[0016] Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Herstellen eines geblasenen Glaskörpers unter Andeutung der Verfahrensschritte; [0017] Fig. 2 das untere Ende des Tauchrohr mit gerade angeblasenem Glaskörper; und

[0018] Fig. 3 eine Darstellung einer Blasdruckkurve $p(t)$. [0019] Fig. 1 zeigt eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 2 bezeichnete Vorrichtung zum Herstellen eines geblasenen Glaskörpers mit nachfolgend zu beschreibenden Vorrichtungskomponenten. Dargestellt ist eine Glasschmelzeinrichtung 4, die im einfachsten Fall von einem, insbesondere durch eine nicht dargestellte Induktionsspule beheizten Tiegel 6 gebildet ist, der eine Glasschmelze 8 aufnimmt. Des Weiteren umfasst die Vorrichtung ein Tauchrohr 10, bei dem es sich um ein Glasrohr im weitesten Sinne handeln kann. Das Tauchrohr ist durch eine Öffnung 12 in den Schmelztiegel 6 einführbar und in die Glasschmelze 8 eintauchbar. Das Eintauchen des Tauchrohrs 10 in die Glasschmelze 8 wird durch Absenken einer Haltevorrichtung 14 für das Tauchrohr 10 entsprechend dem Doppelpfeil 16 erreicht. Hierfür ist eine Stelleinrichtung 18 vorgesehen, die erwünschentlich eine zusätzliche Bewegung in Richtung des Doppelpfeils 20 ausführen kann.

[0020] Die Stelleinrichtung 18 arbeitet rechnergesteuert und ist mit einer rechnerunterstützten Steuereinrichtung 22 eines Rechners 24 verbunden.

[0021] Mit dem Bezugszeichen 26 ist eine Pumpseinrichtung zum Anlegen eines Anblasdrucks an das Innere des Tauchrohrs 10 bezeichnet. Die Verbindung zwischen der Pumpvorrichtung 26 und dem einen Ende des Tauchrohrs 10 ist über einen flexiblen Schlauch 28 gegeben. Die Pumpseinrichtung 26 wird über eine Datenübertragungseinrichtung 30 von der rechnerunterstützten Steuereinrichtung 22 angesteuert. Desweiteren ist eine Druckmesseinrichtung 32 in Form eines Drucksensors vorgesehen, welcher den im Inneren des Tauchrohrs 10 anliegenden Druck erfasst und über eine Übertragungseinrichtung 34 an die Steuereinrichtung 22 leitet.

[0022] Die Druckmesseinrichtung 32 bildet im Zusammenwirken mit der rechnerunterstützten Steuereinrichtung 22 eine Einrichtung 36 zum Bestimmen der Position der Oberfläche der Glasschmelze 8 im Schmelztiegel 6. Wenn über die Pumpseinrichtung 26 beispielsweise ein kontinuierlicher vergleichsweise sehr geringer Gas- oder Luftstrom durch den Schlauch 28 und das Tauchrohr 10 geleitet wird, so welcher das Tauchrohr an dessen freiem Ende verlässt, so tritt im Zeitpunkt der Berührung des freien Endes des Tauchrohrs 10 beim Absenken der Halteeinrichtung 14 in Richtung auf die Schmelze 8 ein Druckanstieg innerhalb des Tauchrohrs 10 ein. Dieser Druckanstieg kann mittels des Drucksensors ermittelt und über die Übertragungseinrichtung 34 an die Steuereinrichtung 22 gegeben werden. Auf diese Weise kann exakt das Erreichen der Oberfläche der Glasschmelze festgestellt werden. Es besteht nun die Möglichkeit, die Stelleinrichtung 18 so anzusteuern, dass das Tauchrohr bis zu einer exakten Eintauchtiefe h in die Glasschmelze 8 eingetaucht wird.

[0023] Dasselbe Ergebnis lässt sich aber auch erreichen, wenn kein kontinuierlicher Luft- oder Gasstrom durch den Schlauch 28 bzw. das Tauchrohr 10 geleitet wird. Mit zunehmender Annäherung an die heiße flüssige Glasschmelze findet nämlich eine zunehmende Erwärmung des Luft- oder Gasvolumens im Inneren des Tauchrohrs 10 statt, so dass ein spontaner Druckanstieg im Inneren des Tauchrohrs resultiert, der ebenfalls über die Druckmesseinrichtung 32 bzw.

40 den Drucksensor detektierbar ist und für die vorstehend beschriebenen Steuerungsvorgänge benutzt werden kann. [0024] Unter Einbeziehung der Druckmesseinrichtung 32 in die Ansteuerung der Pumpvorrichtung kann ferner ein Regelkreis gebildet werden, und eine in einer Speichereinrichtung des Rechners 24 hinterlegte Blasdruckkurve $p(t)$ kann sehr exakt durchlaufen werden.

[0025] Die Bestimmung der Position bzw. des Niveaus der Oberfläche 42 der Glasschmelze relativ zu dem freien Ende des Tauchrohrs 10 ist aus folgendem Grund wichtig: Die Menge an Glasschmelze 8, welche beim Eintauchen und wieder Herausziehen des Tauchrohrs 10 aus dem Schmelztiegel 6 entnommen wird, hängt bei gegebener Temperatur und Viskosität von der Eintauchtiefe des Tauchrohrs 10 in die Schmelze 8 ab. Es ist für die reproduzierbare Entnahme einer bestimmten Menge zähflüssiger Glasschmelze deshalb erforderlich, dass stets dieselbe, vorzugsweise vorgebbare Eintauchtiefe erreicht wird. Die Position bzw. das Niveau der Oberfläche 42 der Glasschmelze sinkt aber bei fortlaufender Glasentnahme ab. Es ist deshalb wesentlich, dass die

60 genaue Position der Flüssigkeitsoberfläche 42 relativ zu dem Tauchrohr bzw. einem Koordinatensystem der Haltevorrichtung 14 bzw. der Stelleinrichtung 18 ermittelt und an die Steuereinrichtung 22 des Rechners 24 gegeben wird, so dass in Abhängigkeit von dieser Position das Absenken des Tauchrohrs 10 derart vorgenommen werden kann, dass sich die bestimmte vorgebbare Eintauchtiefe stets gleich reproduzierbar erreichen lässt.

[0026] Die automatisierte Herstellung eines geblasenen

Glaskörpers geschieht nach der Erfindung auf folgende Weise:

Zunächst wird ein sehr geringer Luft- oder Gasstrom durch den Schlauch 28 und das Tauchrohr 10 geleitet, der am freien Ende des Tauchrohrs drucklos austritt. Das Tauchrohr 10 wird nun durch entsprechende Ansteuerung der Stelleinrichtung abgesenkt, während der Druck im Inneren des Tauchrohrs 10 bzw. des Schlauchs 28 über die Druckmessseinrichtung 32 erfasst und über die Übertragungsvorrichtung 34 an die Steuereinrichtung 22 gegeben wird. Im Moment des Berührens der Schmelzenoberfläche 42 mit dem freien Ende des Tauchrohrs 10 wird der Luftaustritt verschlossen, und der Druck im Inneren des Tauchrohrs 10 steigt infolge des nachgeförderten Luft- oder Gasvolumens an. Dieser Druckanstieg wird als Signal für das Berühren des Tauchrohrs 10 an der Schmelzenoberfläche 42 gewertet, und damit wird die Position der Schmelzenoberfläche 42 bzw. deren Niveau relativ zu dem Tauchrohr 10 erfasst. Nachdem die koinzidierende Position bzw. das koinzidierende Niveau der Flüssigkeitsoberfläche 42 mit dem Ende des Tauchrohrs 10 ermittelt und an die Steuereinrichtung 22 gegeben worden ist, wird die Stelleinrichtung 18 derart angesteuert, dass das Tauchrohr 10 um eine vorbestimmte Eintauchtiefe h (gemessen vom Scheitelpunkt des Meniskus) in die Glasschmelze 8 eingetaucht wird. Nach einer im Speicher des Rechners hinterlegten Verweilzeit wird das Tauchrohr von der Stelleinrichtung 18 mit vorbestimmtem Bewegungs- bzw. Geschwindigkeitsprofil aus der Glasschmelze 8 herausgezogen. An dem freien Ende des Tauchrohrs 10 hältt jetzt eine vorbestimmte Menge Glasschmelze. Es wird nun außerhalb der Schmelze rechnergesteuert und geregelt die im Rechner 24 hinterlegte Blasdruckkurve $p(t)$ durch die Pumpeneinrichtung 26 im Inneren des Tauchrohrs 10 angelegt. Hierdurch wird aus der entnommenen und tropfenförmig am freien Ende des Tauchrohrs 10 haftenden Glasschmelze der herzstellende Glaskörper geblasen. Es kann auf diese Weise ein kugelförmiger Glaskörper mit beispielhaften Durchmessern zwischen 5 und 15 mm geblasen werden.

[0027] Während dieses Vorgangs kann die tatsächliche Geometrie des in Fig. 2 am freien Ende des Tauchrohrs 10 angedeuteten Glaskörpers 50 über eine Bildaufnahmeverrichtung 52, beispielsweise eine Digitalkamera, aufgenommen werden. Über eine Bildverarbeitungseinrichtung, in Form eines Bildverarbeitungsprogramms, welches vorzugsweise im Rechner 24 läuft, kann die Gestalt des Glaskörpers 50 während des Anblasens auf einer Anzeigevorrichtung, beispielsweise dem Display des Rechners 24, angezeigt werden. Über die Bildverarbeitungseinrichtung kann auch die tatsächliche Körpergeometrie des Glaskörpers 50 rechnerisch ermittelt und erfasst werden, so dass ein Vergleich mit im Rechner 24 hinterlegten Soll-Daten möglich ist. Auf diese Weise kann entschieden werden, ob eine geforderte Durchmessergröße des Glaskörpers 50 erreicht ist und der weitere Anblasvorgang dann abgebrochen und der Glaskörper zur Erstarrung gebracht werden soll, oder ob der Blasvorgang fortgesetzt werden soll. Es ist aber auch möglich, jeweils nach der Ausführung des Anblasvorgangs, insbesondere nach der Erstarrung, die tatsächliche Körpergeometrie zu erfassen und für einen Klassifizierungsvorgang (Einteilung in Ausschuss oder verschiedene Qualitätsstufen) zu verwenden.

[0028] Fig. 2 zeigt angedeutet das untere Ende des Tauchrohrs 10 mit gerade angeblasenem Glaskörper 50.

[0029] Des Weiteren zeigt Fig. 3 den beispielhaften Verlauf einer Blasdruckkurve $p(t)$.

Patentansprüche

1. Automatisiertes Verfahren zum Herstellen eines geblasenen Glaskörpers, insbesondere einer Baugruppe eines elektrochemischen Sensors, wobei ein luft- oder gasdurchströmbarer Tauchrohr (10) in eine Glasschmelze (8) eingetaucht und anschließend wieder herausgezogen wird, um eine Menge geschmolzenen Glases aus der Glasschmelze (8) zu entnehmen, und wobei das entnommene Glas mittels durch das Tauchrohr (10) strömender Luft oder Gas in die Form des herzustellenden Glaskörpers geblasen wird, mit folgenden Merkmalen:

das Tauchrohr (10) wird in Richtung auf die Oberfläche (42) der Glasschmelze (8) abgesenkt,

das Erreichen der Oberfläche (42) der Glasschmelze wird ermittelt, indem beim Berühren der Oberfläche (42) der Glasschmelze durch das Tauchrohr (10) eine Zunahme des Gasdrucks im Inneren des Tauchrohrs (10) detektiert wird,

das Tauchrohr (10) wird dann so angesteuert, dass es mit seinem freien Ende über eine bestimmte vorgebbare Eintauchtiefe (h) in die Glasschmelze (8) eingetaucht und wieder herausgezogen wird und dabei eine vorbestimmte Menge geschmolzenen Glases aufgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter der Eintauchtiefe, der Verweilzeit und/oder der Geschwindigkeit, mit der das Tauchrohr wieder aus der Glasschmelze herausgezogen wird, in einem den Prozeß steuernden Rechner (24) gespeichert sind und eine Stelleinrichtung (18) für das Tauchrohr (10) dementsprechend angesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauchrohr einer in dem Rechner (24) abgelegten Blasdruckkurve ($p(t)$) folgend mit Blasdruck beaufschlagt und dadurch die Form des herzstellenden Glaskörpers geblasen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die herzstellende Körpergeometrie (Soll-Zustand) des Glaskörpers über vorgegebene Referenzpunkte in dem Rechner (24) gespeichert ist und dass die tatsächliche Körpergeometrie (Ist-Zustand) über eine Kamera (52) aufgenommen und mittels einer Bildverarbeitungseinrichtung und eines Rechenprogramms mit den gespeicherten Soll-Daten verglichen wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Blasens des Glaskörpers die Entwicklung der tatsächlichen Körpergeometrie (Ist-Zustand) über eine Kamera (52) aufgenommen und mittels einer Bildverarbeitungseinrichtung und eines Rechenprogramms mit gespeicherten Soll-Daten über die herzstellende Körpergeometrie verglichen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des Soll/Ist-Vergleichs Steuer- oder Klassifikationsvorgänge vorgenommen werden.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Tauchrohr (10) ein Glasrohr verwendet wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Tauchrohr (10) zusammen mit dem angeblasenen Glaskörper als Wandung, Gehäusekomponente oder Baugruppe eines elektrochemischen Sensors hergestellt wird.

9. Automatisierte Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, mit folgenden Merkmalen:
 eine Glasschmelzeinrichtung (4) mit einer Zugangsoffnung (12),
 eine luft- oder gasdurchströmmbares Tauchrohr (10),
 eine Stelleinrichtung (18) zum Absenken, Eintauchen und Herausziehen des Tauchrohrs (10) in bzw. aus der Glasschmelze (8),
 eine Druckmesseinrichtung (32), die einen Anstieg des Drucks im Inneren des Tauchrohrs (10) detektiert, wenn das Tauchrohr die Oberfläche (42) der Schmelze (8) berührt,
 eine Pumpeinrichtung (26) zum Anblasen des Glaskörpers,
 eine rechnerunterstützte Steuereinrichtung (22) zur Steuerung der Stelleinrichtung (18) für das Tauchrohr (10) in Abhängigkeit von Ausgabewerten der Druckmesseinrichtung (32) und zur Steuerung der Pumpeinrichtung (26).
 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die rechnerunterstützte Steuereinrichtung (22) vorgebbare Steuerparameter zu Eintauchtiefe, Eintauchzeit und Stellgeschwindigkeit berücksichtigt und die Stelleinrichtung entsprechend ansteuert.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die rechnerunterstützte Steuereinrichtung (22) die Pumpvorrichtung (26) in Abhängigkeit von einer vorgebbaren und hinterlegten Blasdruckkurve ansteuert.
 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch eine Bildaufnahmeverrichtung (52) zum Aufnehmen der tatsächlichen Körpergeometrie und eine Bildverarbeitungseinrichtung.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

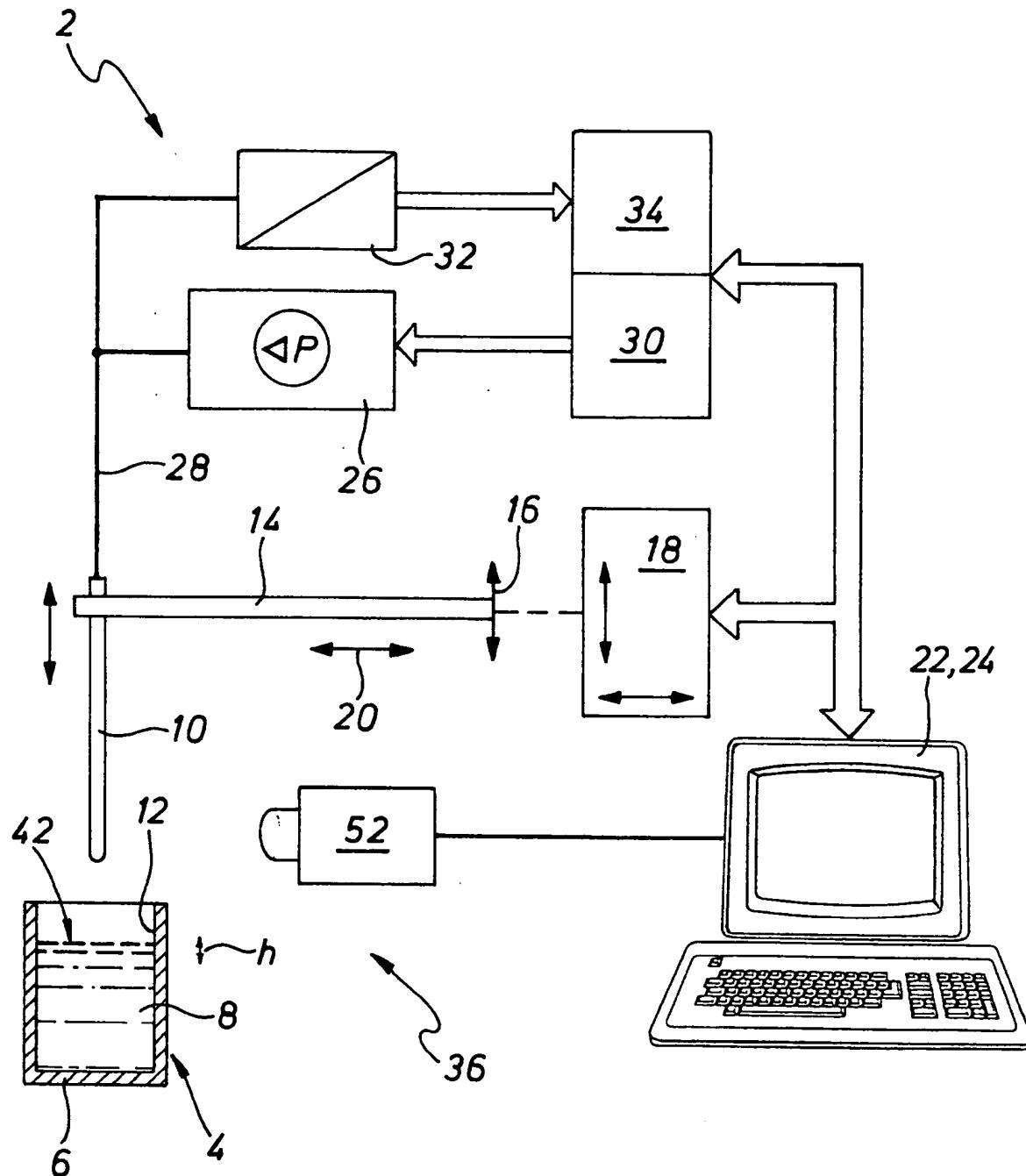


Fig. 1

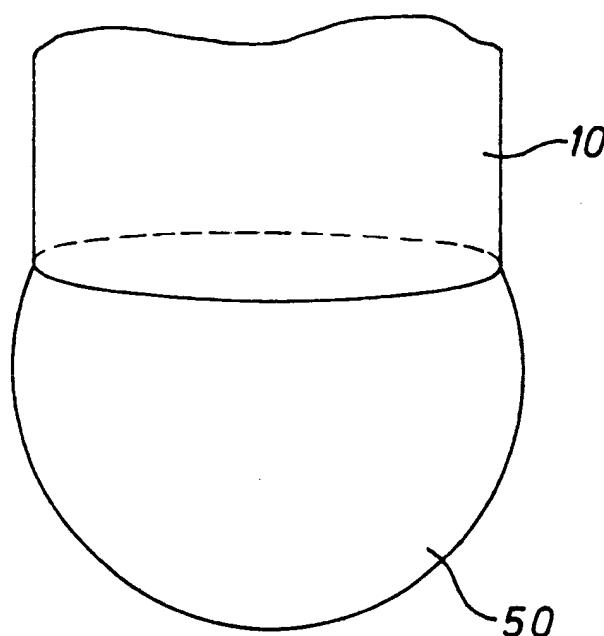


Fig. 2

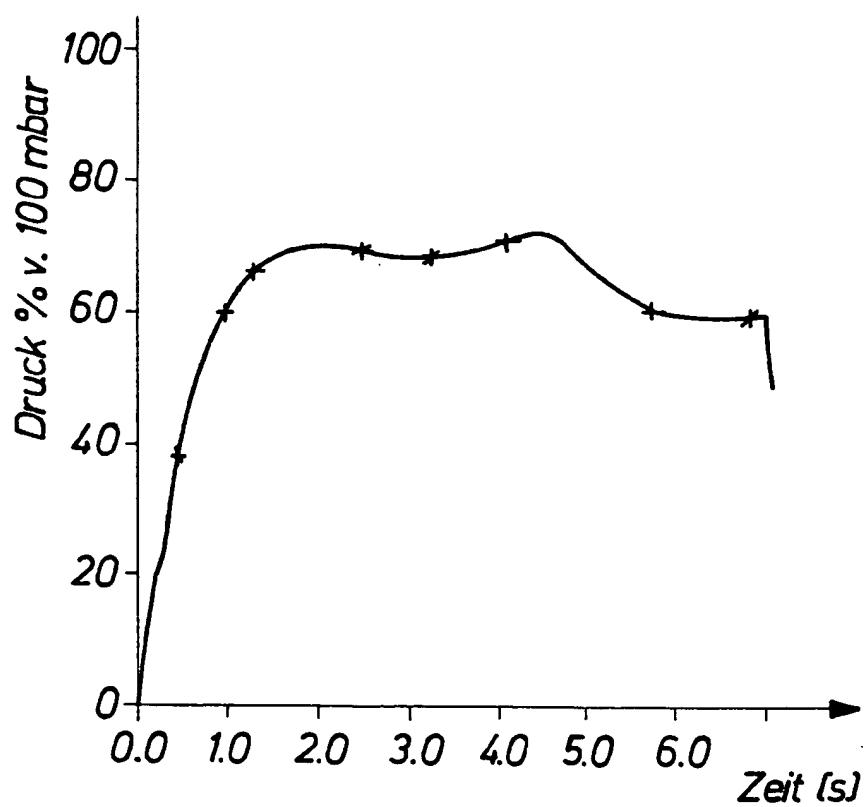


Fig. 3